



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106073778 B

(45)授权公告日 2019.01.29

(21)申请号 201610543198.7

A61B 8/08(2006.01)

(22)申请日 2016.07.08

审查员 戚永娟

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106073778 A

(43)申请公布日 2016.11.09

(73)专利权人 华南师范大学

地址 510631 广东省广州市天河区石牌中山大道西55号

(72)发明人 邢达 赵言 计钟 杨思华
丁文正

(74)专利代理机构 广州市华学知识产权代理有限公司 44245

代理人 付茵茵 裘晖

(51)Int.Cl.

A61B 5/05(2006.01)

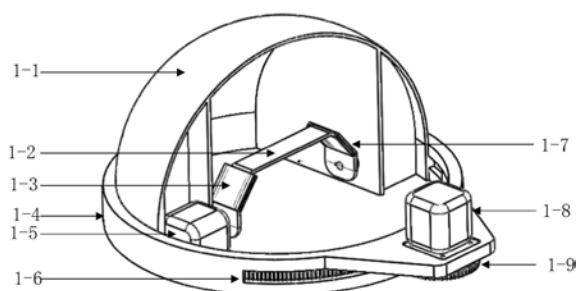
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种基于柔性探测器的微波热声乳腺成像检测装置和方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于柔性探测器的微波热声乳腺成像检测装置,包括探测器,探测器为柔性探测器;柔性探测器包括:可弯曲变形但不可拉伸变形的贴合乳房表面形状的片状的柔性基底,多个均匀分布在柔性基底上的接收乳腺反射的超声信号的阵元。本发明还涉及一种基于柔性探测器的微波热声乳腺成像检测方法。本发明结构简单,体积小,重量轻,造价低,能源消耗量小,安全、高效,分辨率高,对比度高,检测过程舒适,能对乳腺癌进行初步检测,对于实现热声技术的临床化有巨大的推动作用。



1. 一种基于柔性探测器的微波热声乳腺成像检测装置,包括探测器,其特征在于:所述探测器为柔性探测器;柔性探测器包括:

- 可弯曲变形但不可拉伸变形的贴合乳房表面形状的片状的柔性基底,
 - 多个均匀分布在柔性基底上的接收乳腺反射的超声信号的阵元;
- 一种基于柔性探测器的微波热声乳腺成像检测装置还包括:
- 向乳腺发送微波信号的脉冲微波发生器,
 - 与柔性探测器的阵元连接的数据采集-图像重建组件,
 - 使柔性探测器环绕乳房扫描的旋转扫描检测组件,
 - 装有旋转扫描检测组件的检测平台;

所述旋转扫描检测组件包括底座、外壳、转动驱动组件、自转驱动组件、两个端头;底座为圆筒形,固定在检测平台上;外壳安装在底座上,且外壳通过自转驱动组件在底座上沿底座的轴线自转;端头安装在外壳内,且端头通过转动驱动组件相对于外壳沿着转动轴线转动,转动轴线平行于底座的某直径;一个端头、柔性探测器、另一个端头依次连接成梯形。

2. 按照权利要求1所述的一种基于柔性探测器的微波热声乳腺成像检测装置,其特征在于:所述转动驱动组件包括两台转动驱动电机和两根转轴;两根转轴分别与两个端头固定,安装在外壳内的两台转动驱动电机分别驱动两根转轴转动。

3. 按照权利要求1所述的一种基于柔性探测器的微波热声乳腺成像检测装置,其特征在于:所述自转驱动组件包括自转驱动电机、齿轮,安装在底座上的自转驱动电机驱动齿轮转动;外壳的端部的外侧设有一圈齿轮带,齿轮带和齿轮啮合传动。

4. 按照权利要求2所述的一种基于柔性探测器的微波热声乳腺成像检测装置,其特征在于:所述端头包括相互连接的连接平板和倾斜平板,连接平板的外侧与转轴连接,倾斜平板与柔性探测器连接;两块倾斜平板的端部之间的距离小于两块平行的连接平板之间的距离。

5. 按照权利要求4所述的一种基于柔性探测器的微波热声乳腺成像检测装置,其特征在于:还包括两根弹簧;倾斜平板内部空心,柔性探测器的两端各接一根弹簧,两根弹簧的另一端分别与两块倾斜平板内部固定,弹簧始终位于倾斜平板内。

6. 按照权利要求1所述的一种基于柔性探测器的微波热声乳腺成像检测装置,其特征在于:所述外壳为半球形,外壳内侧设有防止微波泄露的微波吸收层;外壳的顶端设有微波入口,微波入口与脉冲微波发生器连通。

7. 一种基于柔性探测器的微波热声乳腺成像检测方法,使用权利要求1-6中任一项所述的一种基于柔性探测器的微波热声乳腺成像检测装置,其特征在于:将乳房置于两端头和柔性探测器之间,柔性探测器紧贴乳房,柔性探测器在转动驱动组件的作用下在乳头和乳房根部之间扫描,柔性探测器在自转驱动组件的作用下360度环绕乳房扫描,由此实现乳腺的无缝微波热声成像检测。

8. 按照权利要求7所述的一种基于柔性探测器的微波热声乳腺成像检测方法,其特征在于:将乳房置于两端头和柔性探测器之前,在乳房上套上具有弹性的乳房位置辅助薄膜环,用于辅助固定乳房形状。

一种基于柔性探测器的微波热声乳腺成像检测装置和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及热声成像领域,具体涉及一种检测乳腺的装置,特别是一种基于柔性探测器的微波热声乳腺成像检测装置和方法。

背景技术

[0002] 微波热声成像是一种新型的无损检测成像技术,因其具有高对比度及高分辨率,且成像深度高,安全无损等优点而受到越来越多地应用。其原理是用脉冲微波辐照某种物质时,该物质吸收微波能量可引起瞬间温升,如果微波的脉宽比较窄,吸收的能量不能在微波脉冲持续时间内发生热扩散,此时可看作绝热膨胀,热能转化为机械能以超声波形式辐射出去,即为热声效应。

[0003] 根据热传导方程及波动方程可知:热声信号与激发源有关和物质的电磁波吸收特性有关。正常乳腺组织的主要成分是脂肪,而脂肪吸收微波的吸收系数较小,恶性肿瘤组织的不断生长,必然伴随有水分子、离子、微血管增生,这些物质改变了肿瘤内部的电解质平衡,造成了微波的强烈吸收。因此,利用微波热声成像检查乳腺癌受到越来越多的关注。完整的微波热声检测仪器应包括以下几个部分:脉冲微波发生器,检测耦合平台,超声换能器,微波防漏设备,数据采集-图像重建组件等。

[0004] 超声换能器的作用为接收超声波并转换成电信号传导到数据采集-图像重建装置。由于超声波在空气中衰减极大,因此传统的热声检测实验需要在发声物体到换能器之间要涂超声耦合液,以提高传导的耦合效率和准确性。现有的探测器为硬质探测器,检测时需要在探测器和皮肤之间涂耦合液。进行乳房检测时,硬质探测器通过人手在乳房表面移动,因此这种探测器具有如下缺点:1.需要人手操作,效率低,2.易出现漏检的部位,3.准确率低,4.需要用到耦合液。现有技术中仅有将柔性探测器用于金属箱的密封检测的技术,不存在将柔性探测器用于微波热声成像的技术,更不存在将柔性探测器用于乳腺检测的技术。

发明内容

[0005] 针对现有技术中存在的技术问题,本发明的目的是:提供一种无需耦合液即可贴合乳房进行检测的基于柔性探测器的微波热声乳腺成像检测装置和方法。

[0006] 为了达到上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0007] 一种基于柔性探测器的微波热声乳腺成像检测装置,包括探测器,探测器为柔性探测器;柔性探测器包括:可弯曲变形但不可拉伸变形的贴合乳房表面形状的片状的柔性基底,多个均匀分布在柔性基底上的接收乳腺反射的超声信号的阵元。

[0008] 作为一种优选,一种基于柔性探测器的微波热声乳腺成像检测装置还包括:向乳腺发送微波信号的脉冲微波发生器,与柔性探测器的阵元连接的数据采集-图像重建组件,使柔性探测器环绕乳房扫描的旋转扫描检测组件,装有旋转扫描检测组件的检测平台。

[0009] 作为一种优选,旋转扫描检测组件包括底座、外壳、转动驱动组件、自转驱动组件、

两个端头；底座为圆筒形，固定在检测平台上；外壳安装在底座上，且外壳通过自转驱动组件在底座上沿底座的轴线自转；端头安装在外壳内，且端头通过转动驱动组件相对于外壳沿着转动轴线转动，转动轴线平行于底座的某直径；一个端头、柔性探测器、另一个端头依次连接成梯形。

[0010] 作为一种优选，转动驱动组件包括两台转动驱动电机和两根转轴；两根转轴分别与两个端头固定，安装在外壳内的两台转动驱动电机分别驱动两根转轴转动。

[0011] 作为一种优选，自转驱动组件包括自转驱动电机、齿轮，安装在底座上的自转驱动电机驱动齿轮转动；外壳的端部的外侧设有一圈齿轮带，齿轮带和齿轮啮合传动。

[0012] 作为一种优选，端头包括相互连接的连接平板和倾斜平板，连接平板的外侧与转轴连接，倾斜平板与柔性探测器连接；两块倾斜平板的端部之间的距离小于两块平行的连接平板之间的距离。

[0013] 作为一种优选，一种基于柔性探测器的微波热声乳腺成像检测装置，还包括两根弹簧；倾斜平板内部空心，柔性探测器的两端各接一根弹簧，两根弹簧的另一端分别与两块倾斜平板内部固定，弹簧始终位于倾斜平板内。

[0014] 作为一种优选，外壳为半球形，外壳内侧设有防止微波泄露的微波吸收层；外壳的顶端设有微波入口，微波入口与脉冲微波发生器连通。

[0015] 一种基于柔性探测器的微波热声乳腺成像检测方法，使用一种基于柔性探测器的微波热声乳腺成像检测装置，将乳房置于两端头和柔性探测器之间，柔性探测器紧贴乳房，柔性探测器在转动驱动组件的作用下在乳头和乳房根部之间扫描，柔性探测器在自转驱动组件的作用下360度环绕乳房扫描，由此实现乳腺的无缝微波热声成像检测。

[0016] 作为一种优选，将乳房置于两端头和柔性探测器之前，在乳房上套上具有弹性的乳房位置辅助薄膜环，用于辅助固定乳房形状。

[0017] 本发明的工作原理为：脉冲微波发生器发出脉冲微波，经发射天线均匀的辐照到待测乳房上，待测乳房吸收微波能量引起瞬间温升，此时微波的脉宽比较窄，吸收的能量不能在微波脉冲持续时间内发生热扩散，此时可看作绝热膨胀，产生热声效应，即热能转化为机械能以超声波形式辐射出去。此热声信号反映了乳房中微波吸收差异的信息，超声柔性探测器根据乳房形状的不同而改变形态，在紧贴皮肤组织的基础上，每个通道接收不同位置的热声信号后反馈回PC端，全部通道的热声信号转换成电信号传导到计算机中，经过滤波反投影法可还原出完整的反映乳房微波吸收差异的图像。

[0018] 总的说来，本发明具有如下优点：

[0019] 1. 将柔性探测器用于微波热声乳腺成像，柔性探测器整体柔性较高，可随待测样品外形的变化而变化，随人体乳房形状不一而改变探测器形状，贴合度高，可实现无死角全方位检测。

[0020] 2. 能有效的贴紧皮肤，有效降低了探头与组织之间的缝隙，减少了传统探头对大量耦合剂的需求。

[0021] 3. 柔性探测器的高柔性也为控制其相对运动的同时而不对皮肤组织造成摩擦伤害提供良好的基础。

[0022] 4. 采用旋转扫描检测组件，柔性探测器可转动和自转扫描，操作方便，外部扫描装置可以根据成像需求使整个包括柔性探测器在内的球形装置相对于乳房进行旋转，内部扫

描装置可以使柔性探测器相对乳房进行上下运动扫描,从而可以根据运动扫描成整个乳房的三维图像。

[0023] 5.采用弹簧连接柔性探测器和端头,会相应增长柔性探测器的有效长度,为柔性探测器能够紧贴皮肤提供一定的压力。

[0024] 6.采用微波吸收层,外壳和底座之间形成微波的密闭空间,避免微波泄露对人体和周围仪器造成损害,整个热声发生过程都应在全封闭的微波防漏设备里进行。

[0025] 7.结构简单,体积小,重量轻,造价低,能源消耗量小,安全、高效,分辨率高,对比度高,检测过程舒适,能对乳腺癌进行初步检测,对于实现热声技术的临床化有巨大的推动作用。

[0026] 8.采用乳房位置辅助薄膜环,辅助固定乳房形状,减少乳房在一定范围内的较大位移或者变形。

[0027] 9.对具有大小、形状等个体差异的乳房,具有广泛的适用性。

附图说明

[0028] 图1是本发明的旋转扫描检测组件的结构示意图。

[0029] 图2是本发明的结构原理图。

[0030] 图3是本发明的检测过程示意图。

[0031] 其中,1-1为外壳,1-2为柔性探测器,1-3为端头,1-4为底座,1-5为转动驱动电机,1-6为齿轮带,1-7为端头,1-8为自转驱动电机,1-9为齿轮,2-1为检测平台,2-2为微波入口,2-3为装置控制以及数据采集-图像重建组件,2-4为脉冲微波发生器。

具体实施方式

[0032] 下面来对本发明做进一步的说明。

[0033] 一种基于柔性探测器的微波热声乳腺成像检测装置包括:柔性探测器、脉冲微波发生器、数据采集-图像重建组件、旋转扫描检测组件、检测平台。柔性探测器安装在旋转扫描检测组件中,旋转扫描检测组件安装在检测平台上,脉冲微波发生器与旋转扫描检测组件相接,数据采集-图像重建组件与柔性探测器相接。

[0034] 柔性探测器包括柔性基底和多个阵元。可对物体多种形状自适应探测以获得高品质的图像,其阵元大小优选为 $3.0 \times 10 \text{mm}^2$,中心频率约 $5 \pm 0.5 \text{MHz}$,相对带宽约大于60%,无焦距,相对回波灵敏度约 -37.38 ± 0.5 ,增益平整度约为5%。超声柔性探测器的作用是将超声信号转换成可采集的电信号,广泛运用于超声成像,光声成像和微波热声成像。其与以往的超声探头不同,由于其柔韧性较高,在面对不同形状的物体或者同一物体的不同平面时,依旧可以紧贴物体的表面进行信号采集,大大减少了因探头与待测物体间距过大所造成的信号衰减,同时,也解决了以往超声探头不同形状的型号只可针对较少类型的待测物体,或者需要用到大量耦合液的问题,可对物体多种形状自适应探测以获得高品质的图像。本实施例中,柔性基底的材质为橡胶。

[0035] 旋转扫描检测组件包括:底座、外壳、转动驱动组件、自转驱动组件、两个端头、两根弹簧。

[0036] 硬质ABS树脂外壳与底座组成一个无盖密闭容器,且外壳相对于底座自转,外壳的

制作优选为硬质ABS树脂,其中硬质ABS树脂(丙烯腈-苯乙烯-丁二烯共聚物),能透过微波且抗压性良好;底座要求位置固定,以便于承载外壳的运动。微波吸收材料位于容器内部上端,其覆盖了整个横截面,仅在中心留一孔作为微波入口,微波吸收材料作为微波吸收层向内凹紧贴于装置外壳内部,其边缘固定在容器壁上。转动驱动电机对称的固定在外壳内侧,驱动转轴转动,转轴驱动端头转动,端头带动柔性探测器摆动扫描,该电机优选型号为42BYGH101的两相四线混合型步进电机,其步距角为 1.8° ,可在现有基础上用驱动器对其进行细分,在转速为30转/分时,其静扭矩约为 $0.38\text{N}\cdot\text{m}$,且电机体积较小,满足所需实验。自转驱动电机安装在底座上,驱动安装在底座上的齿轮转动,齿轮与外壳端部外侧的一圈齿轮带啮合传动,齿轮带,其齿轮模数优选为1.0。自转驱动电机用于外壳顺时针旋转,该电机优选信号为42HC2P64-A的两相四线混合型步进电机,该电机在长度上较42BYGH101长一些,力矩方面有较大提升,约为 $0.45\text{N}\cdot\text{m}$,可满足实验需求。转动驱动电机和自转驱动电机的控制由PC端所编写的程序所控制。

[0037] 端头包括相互连接的连接平板和倾斜平板,连接平板的外侧与转轴连接,倾斜平板与柔性探测器连接;两块倾斜平板的端部之间的距离小于两块平行的连接平板之间的距离。倾斜平板内部空心,柔性探测器的两端各接一根弹簧,两根弹簧的另一端分别与两块倾斜平板内部固定,弹簧始终位于倾斜平板内。柔性探测器伸缩控制端头用于固定柔性探测器的两端,在未受到压力时,柔性探测器的两端部分是夹持在伸缩控制端头内部的,当受到压力时,夹持的部分便会显露出来,会相应增长柔性探测器的有效长度,为柔性探测器能够紧贴皮肤提供一定的压力。

[0038] 微波吸收材料主要用于吸收微波,防止微波外泄从而对外部环境或设备造成干扰,该材料优选一种谐振型窄带频带吸波海绵,能够依靠材料本身的特性,吸收高频能量,其外观为淡蓝色或灰色薄层软质泡沫塑料片,可以弯曲,做成环状的目的是只允许微波从中间通过,辐照到待测乳房,而不允许其辐照到乳房周围。将中间孔做成一系列大小,能改变微波辐照面积,适用于不同大小的乳房。

[0039] 数据采集-图像重建组件用于将柔性探测器探测到的热声信号进行图像重建,得到反映被检测物微波吸收的热声图像,其由前置放大器、数据采集卡、数据处理卡、图像重建软件和计算机组成。柔性探测器接收使热声信号转换为电信号。该电信号的全部通道经过前置放大器放大,然后通过数据采集卡和数据处理卡输入计算机并储存。利用编写的滤波反投影程序将采集到的数据重建出反映乳房微波吸收差异的图像。

[0040] 乳房位置辅助薄膜环用于辅助固定乳房形状,减少乳房在一定范围内的较大位移或者变形,优选一种塑料薄膜材料,该材料端口接有两个半环状加持装置,此材料可有效的透过微波以及超声,对微波以及超声几乎没有阻碍,并且具有一定的弹性,不会因受力过大而压迫乳房。

[0041] 一种基于柔性探测器的微波热声乳腺成像检测方法,包括以下步骤:

[0042] (1) 人体立于或俯卧在检测平台上,将待测乳房用乳房位置辅助薄膜环夹持后罩上旋转扫描检测组件。

[0043] (2) 开启脉冲微波发生器产生脉冲微波,经微波天线传输到旋转扫描检测组件中,利用热声效应激发产生超声波信号;超声波信号经柔性探测器接收,转换为电信号传入数据采集-图像重建组件。

[0044] (3) 通过调节转动驱动电机,控制柔性探测器旋转,可以使柔性探测器紧贴乳房进行上下旋转扫描,同时收集超声信号。

[0045] (4) 通过调节自转驱动电机,控制外壳自转,可以使柔性探测器相对于装置底座进行顺逆时针转动,进行扫描并收集超声信号。

[0046] (5) 在收集信号的同时,将信号传入数据采集-图像重建组件,进行图像的重建。

[0047] (6) 对数据采集-图像重建组件所产生的图像进行相应的生理病理分析。

[0048] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

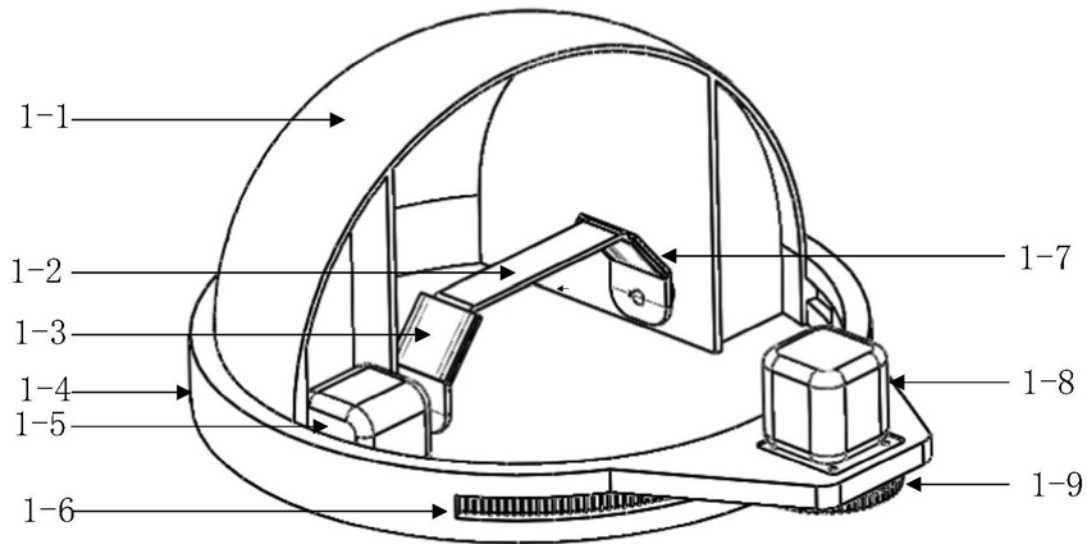


图1

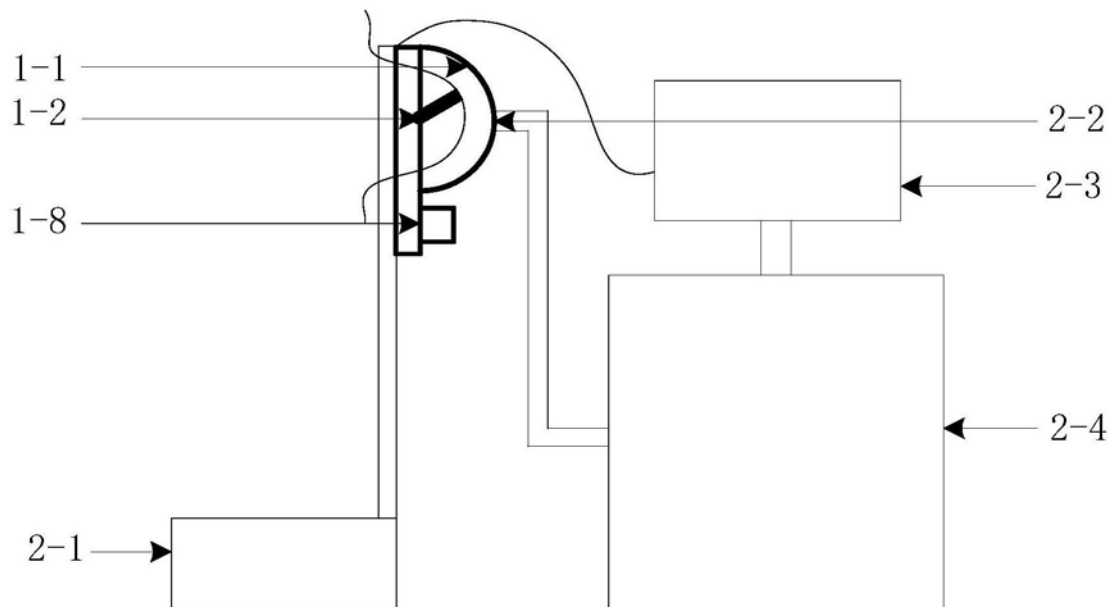


图2

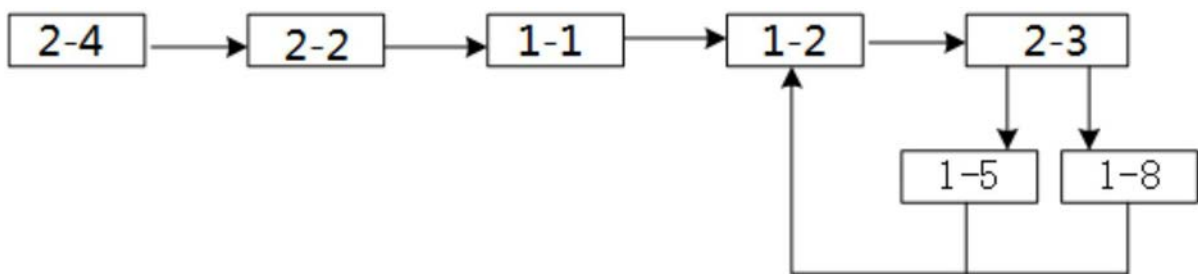


图3

专利名称(译)	一种基于柔性探测器的微波热声乳腺成像检测装置和方法		
公开(公告)号	CN106073778B	公开(公告)日	2019-01-29
申请号	CN201610543198.7	申请日	2016-07-08
[标]申请(专利权)人(译)	华南师范大学		
申请(专利权)人(译)	华南师范大学		
当前申请(专利权)人(译)	华南师范大学		
[标]发明人	邢达 赵言 计钟 杨思华 丁文正		
发明人	邢达 赵言 计钟 杨思华 丁文正		
IPC分类号	A61B5/05 A61B8/08		
CPC分类号	A61B5/0035 A61B5/0507 A61B5/4312 A61B8/0825 A61B8/085 A61B8/406 A61B8/4281 A61B8/4416 A61B8/4444 A61B8/4455 A61B2562/143		
其他公开文献	CN106073778A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种基于柔性探测器的微波热声乳腺成像检测装置，包括探测器，探测器为柔性探测器；柔性探测器包括：可弯曲变形但不可拉伸变形的贴合乳房表面形状的片状的柔性基底，多个均匀分布在柔性基底上的接收乳腺反射的超声信号的阵元。本发明还涉及一种基于柔性探测器的微波热声乳腺成像检测方法。本发明结构简单，体积小，重量轻，造价低，能源消耗量小，安全、高效，分辨率高，对比度高，检测过程舒适，能对乳腺癌进行初步检测，对于实现热声技术的临床化有巨大的推动作用。

